

哈 尔 濱 工 业 大 学

特
木 結 構 講 稿

上 册

苏联专家、技术科学博士、教授 M.E. 卡岡编写

1957

木 結 構 講 稿

上 冊

苏联专家、技術科学博士、教授 M. E. 卡岡編寫

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

工程結構教研室

1957 年

蘇聯工業

冊 上

編者：蘇聯專家、技術科學博士、教授 M.E. 卡岡編寫
出版者：哈爾濱工業大學
印刷者：哈爾濱工業大學印刷廠

編者：蘇聯專家、技術科學博士、教授 M.E. 卡岡編寫
出版者：哈爾濱工業大學
印刷者：哈爾濱工業大學印刷廠

1957 年 11 月出版 工本費 1.60

前 言

苏联專家、技術科学博士、莫·叶·卡岡教授在 1955—56 年度为本校工程結構教研室的教师 and 研究生們講授了木結構課程，主要是教学示范性質。这本講稿就是他当时所編寫的。

因考慮到目前尚缺乏木結構方面的中文教材，对于尚未掌握俄文而學習本課程的同志極感不便，故此，我們征得專家的同意把它翻譯出來付印，以供本校參考，同时也可供其他兄弟学校參考。

当此譯稿出版时，我們謹对莫·叶·卡岡教授表示衷心的感謝。

参加上册部份的譯校工作的有滕征本、沈世釗、周仕禎、齐銘揚、郭遇昌、張海文等同志，最后並由樊承謀同志校閱一遍。参加下册部份的譯校工作的有季直倉、沈世釗、滕征本、郭遇昌、陈永潤、周其剛、周仕禎、齐銘揚、陈肇元等同志、最后並由沈世釗同志校閱一遍。由于譯者水平所限，錯誤及不妥之处在所难免，望讀者指正，以便修改。

哈爾濱工業大學

工程結構教研室

一九五七年九月

序 言

这本木結構講稿是 1955 年秋季学期給哈爾濱工業大學工程結構教研室的教師和研究生們講授的。

講稿中反映了蘇聯木結構設計、製造和架設的經驗。闡述了蘇聯已廣泛應用，而中國科學研究機關目前正在掌握以便在建築中推廣的各種類型的木結構（例如膠合結構等）。

在講授本課程時必須補充中國建築實踐中的具體資料，特別是關於竹材的利用。

上册目录

序言

緒論

I. 木結構發展簡史.....	1
II. 有效地採用木結構的主要範圍.....	13
III. 木材作為建築材料的優缺點.....	13
A. 木材的优点.....	13
B. 木材的缺点.....	17
1) 木材的不等向性.....	17
2) 体積的不定性.....	33
3) 木材規格尺寸的有限性.....	35
4) 木材的腐朽.....	36
5) 燃燒.....	45
IV. 木結構構件的計算.....	48
1. 受拉的計算.....	50
2. 帶縱向弯曲的受压計算.....	50
3. 橫向弯曲的計算.....	54
4. 弯曲时的剪切.....	56
5. 弯曲时梁的削割口.....	58
6. 斜弯曲.....	59
7. 压——弯桿件.....	60
8. 拉——弯桿件.....	64
9. 鋪板和梁的設計.....	64
V. 木結構構件的連結.....	74
連結的分类及对它的要求.....	74
接榫.....	75
正抵接.....	80
鍵結合.....	80
鍵式墊鈑（齒鈑）結合.....	89
梢結合.....	90
板梢.....	98
膠結合.....	100
膠鋼墊鈑.....	104
受拉扣件.....	104

木結構課程講稿

緒論

木結構這門課是在學過建築材料、材料力學及建築力學等課程之後進行的。這些課程都是學習木結構課的基礎。

在木結構課程里研究木結構的計算和設計方法，以及製造和架設的特點。這門課是培養建築工程師的主要課程之一。

工業及民用建築專業的木結構課在第七和第八兩個學期里學習，因為這是一門結構課程，所以為了掌握它需要作一個課程設計和兩個有關木結構構件結合的實驗。

學習木結構課的主要參考書為：

1. 木結構，Г.Г. 卡爾生，В.В. 波利莎柯夫，М.Е. 卡岡，Г.В. 斯溫齊茲基著，蘇聯國立建築工程出版社 1952 年版。

2. 木結構設計例題，И.Я. 依瓦寧著，蘇聯機械製造工程出版社 1950 年版。

在課程的開頭先講一上土木工程中木結構方面的發展簡史，說明過去在建築事業中木材所起的作用，然後講解現階段的木結構及其發展。

I. 木結構發展簡史

考古資料證明了原始人類對木材廣泛而多樣的利用。

這是由於木材分布廣，體輕而強度高，採伐和加工簡單之故。

可能最初的結構物就是人們推倒了樹干橫放在山谷和小溪上，這樣就可以跨越 6~12m 跨度。

可以推測，在遠古就出現了可以加長跨度的懸臂梁式木橋，中國現在還保存着這樣形式的木橋，例如西康木里懸臂梁式木橋（圖 1）。

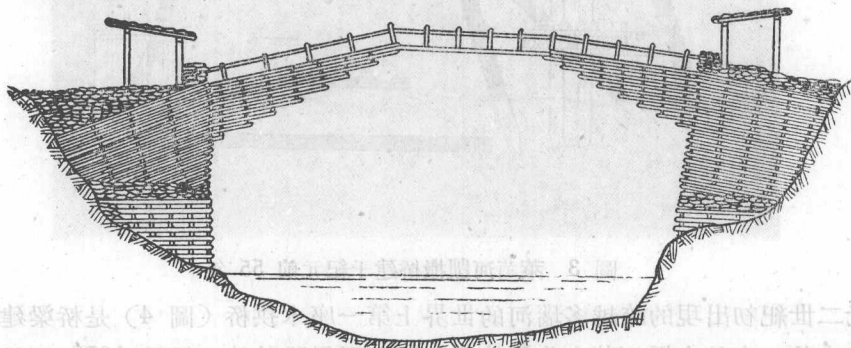


圖 1 西康木里懸臂梁式木橋簡圖

由樹干和樹枝搭成的棚屋是住房的最古形式。以後，出現了由豎直承重柱子構成的骨架式建築，柱間編上籬笆再塗一厚層粘土。

建筑在樁上的水上住房也是在这个时期出現的，这是一些为了保障居住安全而修建在湖边的建筑。在中欧的一些湖底上發現了这类建筑的遺跡。

以后，由于有了鉄制的粗細木工工具，木結構在古羅馬得到了很大發展。

羅馬的建築師已經擁有極其完備的，整套的粗、細木工鉄制工具。这就有可能更完善的改善木結構構件結合形式，主要是各种不同的榫接合。

紀元前 630 年左右在羅馬修建的跨越底勃尔河的桥梁（圖2）和紀元前一世紀凱撒大帝的軍隊修建的跨越萊茵河的桥梁（圖 3）可以作为羅馬人所修建的很多梁式木桥中合理結構的范例。底勃尔河的桥梁結構中的基本構件（樁、帽木，大梁等）在現代的小跨度桥梁中仍然采用。

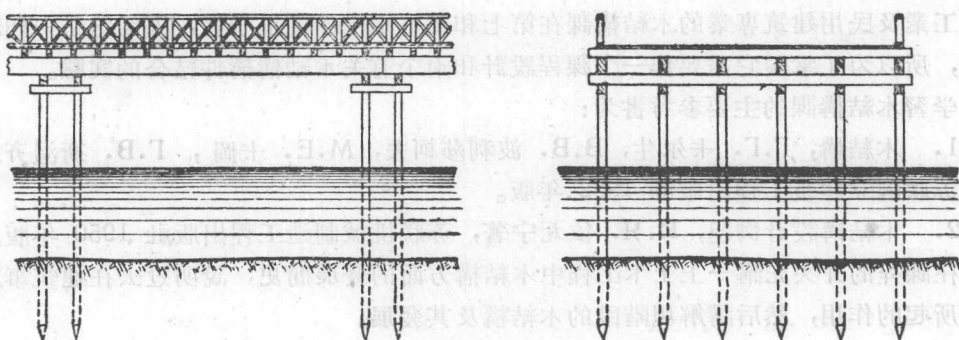


圖 2 羅馬底勃爾河的梁式桥，建于紀元前 630 年左右。

萊茵河大桥，由于大梁搭接（兩端各伸过一些），且直接密排于帽木上，並由橫向桥面板彈性地分布荷重，可使上部結構的建築高度降至最低限度。結構的裝配性和合理的施工組織使得修建这座寬 12 公尺，長 500 公尺以上的大桥僅用了 10 天工夫。

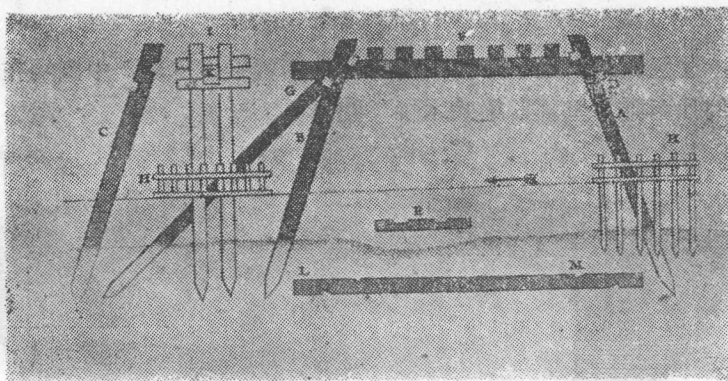


圖 3 萊茵河凱撒桥建于紀元前 55 年

公元二世紀初出現的跨越多瑙河的世界第一座木拱桥（圖 4）是桥梁建筑方面更進一步的成就，它是大馬士革古代建筑大师阿色罗得設計的。桥長 1070 公尺，有廿个石桥墩，每个桥墩的寬度为 18 公尺，桥墩間的淨跨为 35 公尺左右。

桥跨建筑的基本承重結構是由木拱構成，每个拱由三道同心圓弧組成並用成对的徑向盖板夾緊。

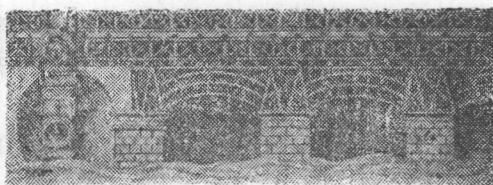


圖 4 多瑙河桥，建于公元 II 世紀。

在公用房屋的屋盖上羅馬人开始使用了帶拉桿的三角形人字架，— 它可以复盖长达 33m 的跨度。

* 中國木構架建筑出現于秦朝以前（約公元前 250 年），当时建筑了著名的阿房宮，据史記載「……东西五百步，南北五十丈，上可坐万人……」，由此可見，当时木結構已有很大的發展。

漢朝（公元前 240 年到公元 220 年）木構架房屋大量应用于住宅建筑。

目前尚保存有許多古代木構架建筑， 其中有的是 700—1000 年以前建造的，最古的是山西省的南禪寺，至今已是 1100 多年了。

山西省另一有名的古代 木構建筑是五台山佛光寺的大雄宝殿（公元 857 年）（圖5）。

山西应縣的木塔建造于公元 1056 年，此塔共五層，高达 66 公尺（圖 6）。由此可見在中國古代已很好掌握了木構建筑的技術。



圖 5 山西佛光寺，建于公元 857 年

註：* 关于中国木結構簡史是由哈爾濱工業大學教師樊承謀同志补充寫成的。

宋代学者李明仲总结了当时中国建筑上的经验编写了「营造法式」，该书是世界上第一本有系统的建筑著作。出版于 1103 年，比欧洲最早的一本建筑学还要早三百年左右。

该书的主要部份为「大木作」，其中订有木材规格，并恰当的规定了矩形断面的比例为 $b/h = 8:12$ ，颇合乎强度要求。图 8 所示北京天坛建筑，也是中国木结构方面辉煌的成就。

在中世纪（V—XV 世纪）的建筑中大部分是使用圆木和方木形式的木结构。木板结构使用的不多，因为小型的锯木厂不能供应建筑所需要的大量廉价锯材。榫接仍然是构件连接的基本方式。在这个时期结构及其各部分的尺寸还仅是凭经验数据决定。

俄国在这个时期修建了很多的民用和城寨的木结构建筑。很多木结构教堂建筑是很有趣的，有的高达 70m。



图 6 山西应县木塔，高 66m 建于公元 1056 年。

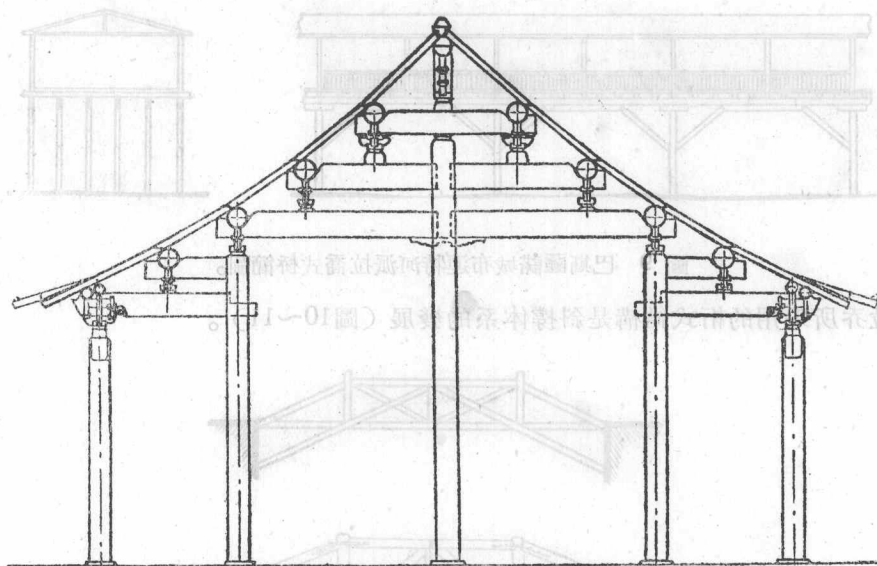


圖 7 中国木构建筑的屋頂构造

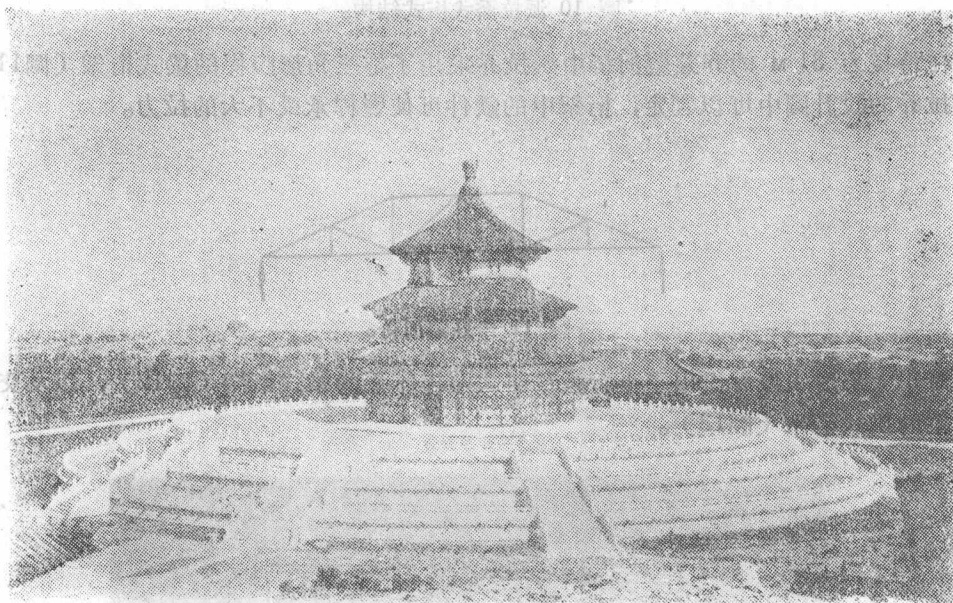


圖 8 北京天壇

在文藝復興時期（十六世紀）意大利的建築師派拉喬（1518—1580年）提出了很多混合式和桁式的木結構形式。

巴斯薩諾城布連特河橋的承重結構為五孔，每孔跨長 12m（圖9）。派拉喬採用了橫木——斜撐體系，這種體系在現代木結構中仍然採用。

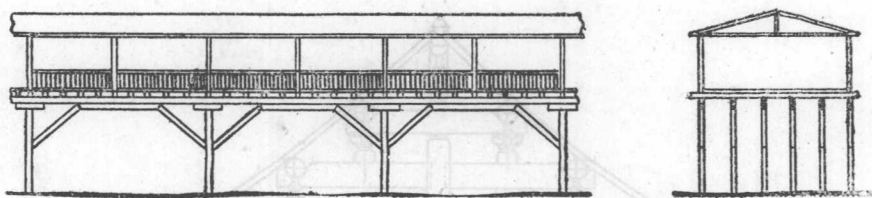


圖 9 巴斯薩諾城布連特河派拉喬式橋簡圖。

派拉喬所采用的桁式結構是斜撐体系的發展（圖10~11）。

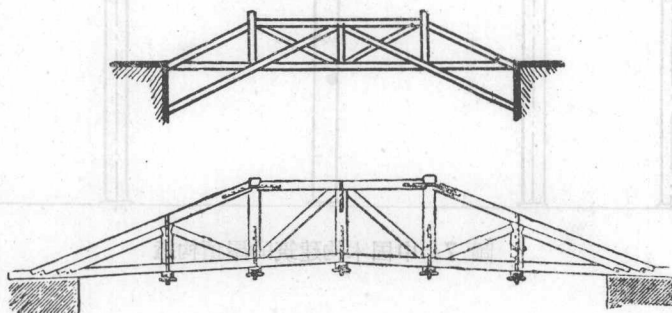


圖 10 派拉喬式桁式結構。

在跨長為 31 m 的齊茲蒙河橋中派拉喬採用了帶三角形腹桿的梁式桁架（圖11）。
 从派拉喬的設計圖中可以判定，桁架中的鉄件可使豎桿承受不大的拉力。

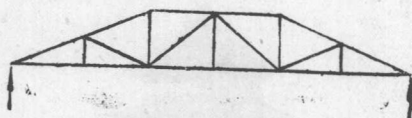


圖 11 齊茲蒙河橋。

對於大跨度派拉喬提出了平行弦單斜式腹桿体系的梁式桁架（圖12），以及交叉腹桿体系的拱式桁架（圖13）。

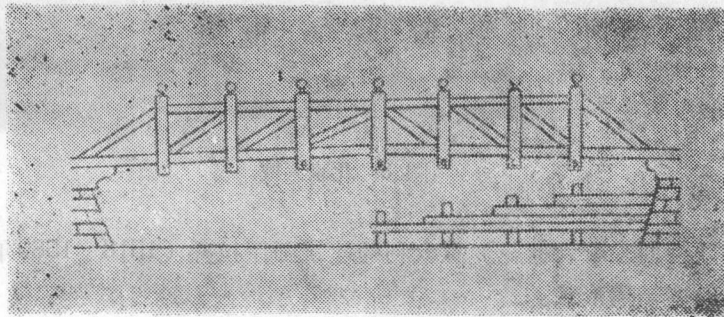
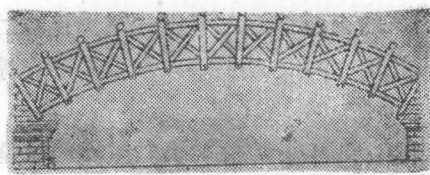


圖 12 派拉喬式平行弦梁式桁架。

高关其面大新里音里里个
不而各里丁里只，里里自
館就其面里里丁里里宗



里里其也里里里丁里
里里里里里里里里里里里
。里里里
里里里里里里里里里里里

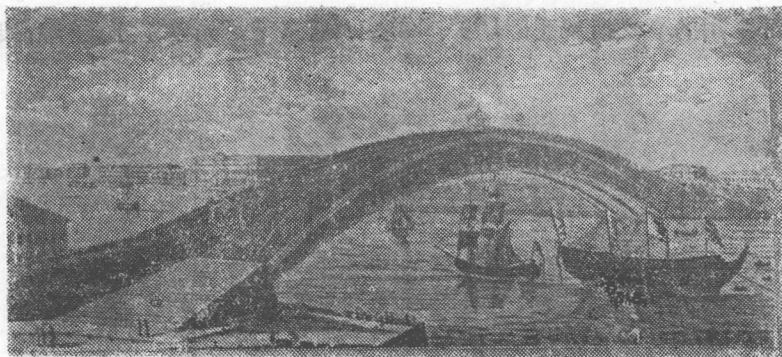
圖 13 派拉喬的拱式桁架。

直到十九世紀，桿件体系的木結構才得到广泛的采用和進一步的發展。

在派拉乔时代建筑师們还没有掌握確定桁架中桿件內力的方法，也沒有可靠的方法來处理承受很大內力的受拉桿件的連結。

俄國力学家伊万·彼得洛維奇·庫里宾 (1735—1818年) 的涅瓦河桥設計是桥梁建筑方面工程創作的典范 (圖14)。

式內面有補



里里里
。里

圖 14 庫里宾設計的涅瓦河桥。

庫里宾按既定的跨度恰当地采用了固端拱的形式，以及確定了結構自重由拱頂向支座遞增的大概規律之后，他用一根鋼索及吊在鋼索上的重物以足够的精度用 1/10 的比例尺作出了桥梁自重的倒压力曲線。这个曲線决定了桥梁主拱軸的輪廓。

庫里宾設計的桥是主要承重柔拱 (拱弦) 和曲線形加勁桁架——多腹桿无鉸拱的組合。因此，庫里宾桥是一个混合体系。桥的断面是箱形的 (圖 15)，其宽度为 30m 左右。

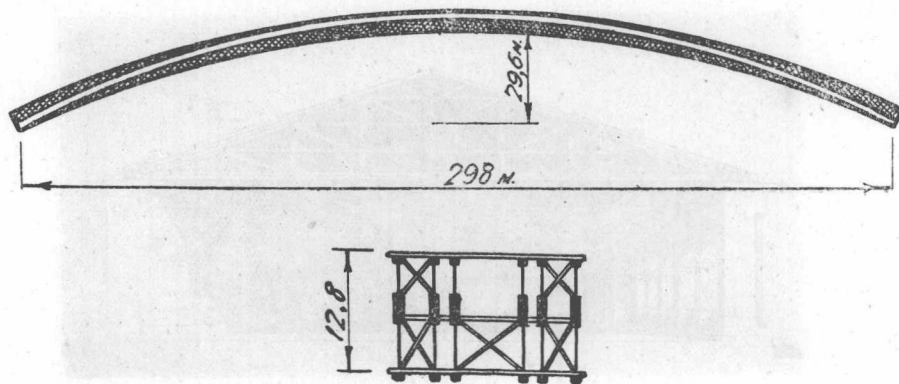


圖 15 庫里宾桥的多腹桿體系及其橫斷面。

为了承受風力庫里宾在箱的上面平放二个拱；又为保証二个拱能有足够大的拱矢高度他把两个拱的拱頂彼此搭过去。对受力小的方木腹桿及支撑的連結，只用了螺栓而不用榫接。

按著名数学家尤拉的結論，30m 長的桥梁模型試驗結果全完証實了庫里宾的計算前提是正确的。

在十九世紀道路建筑兴起时期修建了很多木桥，其中有采用梁式体系，有采用各种斜撑式体系及拱式体系。

俄國桥梁建筑的發展和俄國学者季米特里·伊万諾維奇·儒拉夫斯基（Д. И. Журавский）的活动是分不开的。由列宁格勒得莫斯科的鉄路上他設計和建造了很多桥梁。这条鉄路上的魏烈宾斯基大桥是九跨連續桁架，每跨 54m 長，高出水平面 49m；穆斯金斯基大桥有九跨，每跨長 61m。

这些桥都是用的豪式桁架（圖16）。儒拉夫斯基是最先確定了此种桁架構件的內力的。

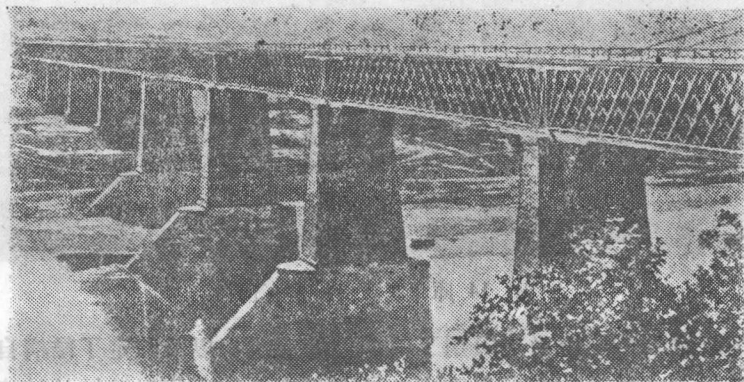


圖 16 十月鉄路跨越姆斯塔河的大桥。

十九世紀初叶民用建筑中的木結構大多数是用圓木和方木建造的。

1817年修建的莫斯科練馬場的屋架可以作为这类結構的典型例子（圖17）。屋架的跨度約为50公尺，从圖中可以看出，它是由几个橫木——斜撑体系組合而成的。

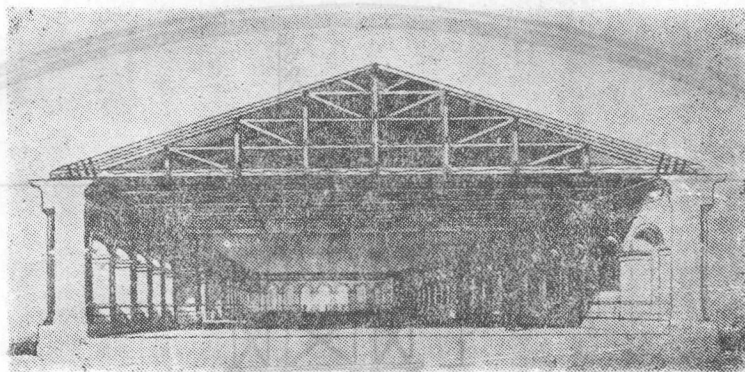


圖 17 莫斯科練馬場的屋架。

在这个时期的俄国建筑中采用了很多梁式、圆顶式及塔式的结构。

在这个时期弗拉基米尔·格利高也维奇·舒霍夫(Владимир Тшгорьевич Шухов)设计出了很多空间结构。

弗·格·舒霍夫用木材作了很多的空间筒拱式展览馆屋盖，其跨度在 13m 至 22m 之间，这些屋盖是用几层相互交叉的薄板平铺而成，并用钉子钉起来(图18)。

舒霍夫的网状塔也是非常著名的(图19)。

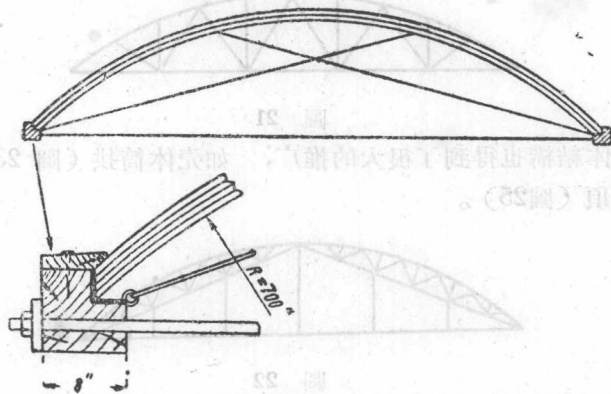


图 18 舒霍夫屋盖体系

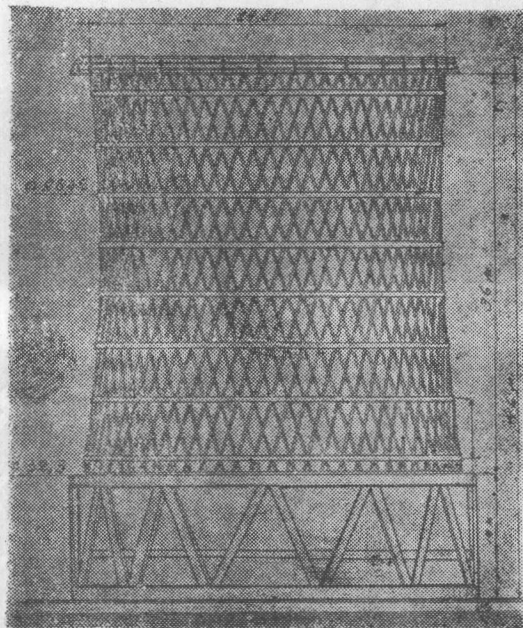


图 19 舒霍夫网状塔。

伟大的十月革命以后建筑事业以空前的速度向前发展，因此需要解决大量的设计任务。

在第一个五年计划的年代里创造了一系列的工业及民用房屋屋盖结构。

在这个时期里以钉结合为主要的连结形式。

跨度在 12m 以內的交叉腹板工字梁（圖 20），弧形桁架（圖21）和弧形桁架組成的三鉸拱（圖22）被广泛地采用。后者在屋盖、桥梁、輔助建筑物中也都得到了应用。



圖 20



圖 21

各种形式的壳体結構也得到了很大的推广，如壳体筒拱（圖 23a 和 6），壳体塔（圖24）及壳体圓頂（圖25）。

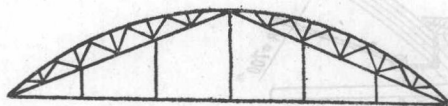


圖 22

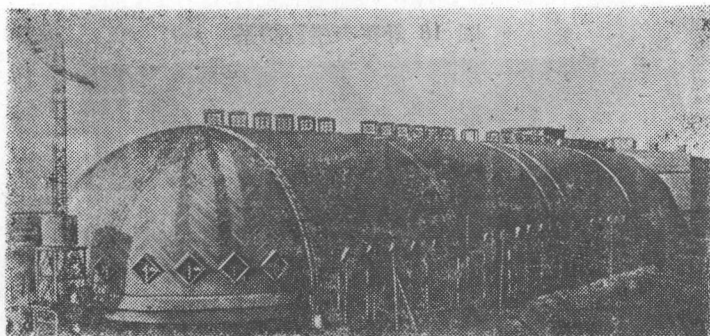


圖 23a 木制壳式筒拱

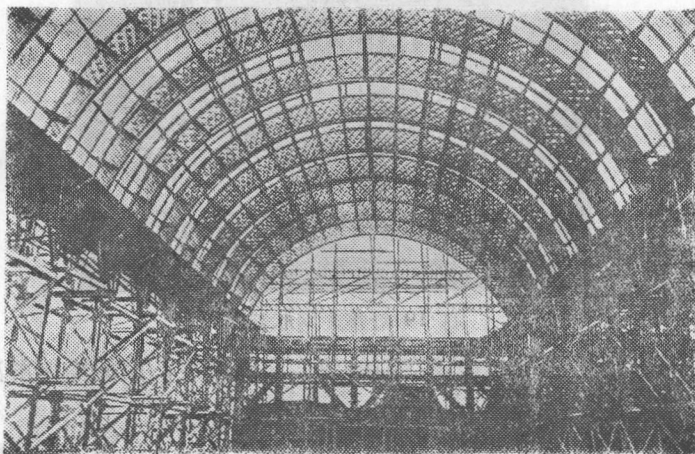


圖 23b 正在拼裝的加肋壳體筒拱

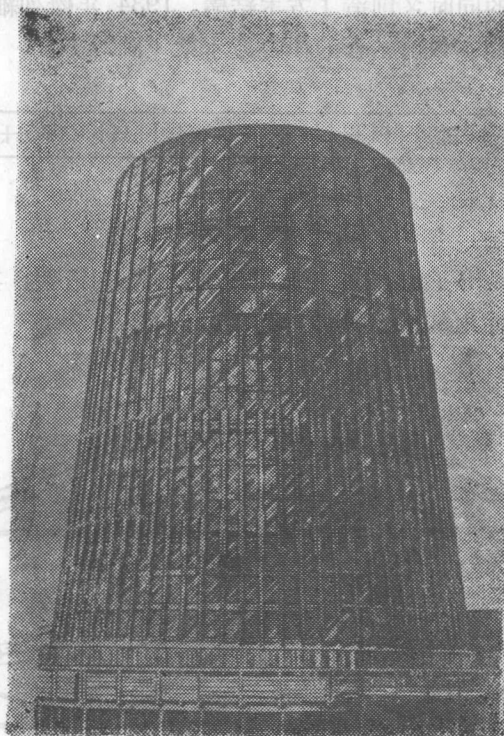


圖 24 薄壳式冷凝塔



圖 25 壳體圓頂簡圖。

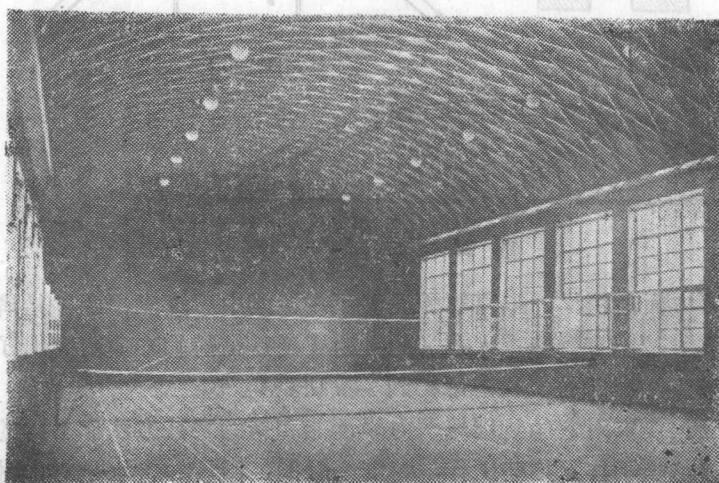


圖 26 网式筒拱

